

(19)

-3-

G01R1/073

number:

0 259 942  
A2

1/0675

(12)

## EUROPEAN PATENT APPLICATION

(21) Application number: 87302425.1

(51) Int. Cl.4: G01R 31/28

(22) Date of filing: 20.03.87

(30) Priority: 08.09.86 US 905358

(43) Date of publication of application:  
16.03.88 Bulletin 88/11

(84) Designated Contracting States:  
DE FR GB NL

(71) Applicant: TEKTRONIX, INC.  
Tektronix Industrial Park D/S Y3-121 4900  
S.W. Griffith Drive P.O. Box 500  
Beaverton Oregon 97077(US)

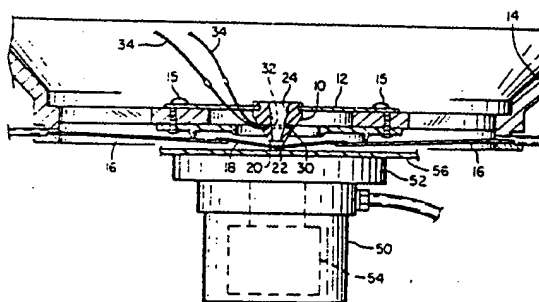
(72) Inventor: Veenendaal, Cornelis T.  
Route 1 Box 322A  
Cornellus Oregon 97113(US)

(74) Representative: Baillie, Iain Cameron et al  
c/o Ladas & Parry Isartorplatz 5  
D-8000 München 2(DE)

(54) Piezoelectric pressure sensing apparatus for integrated circuit testing stations.

(57) A pressure sensing apparatus for use in an integrated circuit testing station is disclosed. The testing station includes a probe, a support structure, and lift means for moving an integrated circuit upward toward the probe. The invention specifically consists of a pressure pad secured to the support structure directly above the probe. The pad includes a resilient body portion having a rigid tip. Embedded within the pad is a piezoelectric element having electrical contact leads attached thereto. When the testing station is used, an integrated circuit is moved upward by the lift means toward the probe. As the circuit contacts the probe, it moves the probe upward. As the probe moves upward, it pushes on the pad, causing internal pressures to be generated therein. Such pressures are transmitted to the piezoelectric element which generates electrical impulses proportional to the pressures exerted on the pad.

FIG. 2



## PIEZOELECTRIC PRESSURE SENSING APPARATUS FOR INTEGRATED CIRCUIT TESTING STATIONS

### BACKGROUND OF THE INVENTION

The present invention generally relates to probe systems used in integrated circuit testing stations, and more particularly to a piezoelectric pressure sensing apparatus for determining the amount of pressure exerted on an integrated circuit test probe during use.

An important step in the production of integrated circuits involves the testing of each circuit to determine whether it has been properly manufactured. It is generally desirable to evaluate the performance of integrated circuits as early as possible in the fabrication process. To accomplish this, electrical connections are made to all of the integrated circuit's external connection points. Test signals are then applied to the circuit, and its performance is evaluated.

To test integrated circuits in an efficient manner, an integrated circuit test probe system has been developed by Tektronix, Inc. of Beaverton, Oregon which is the subject of co-pending patent applications. This system consists of a flexible probe in the form of a small square of transparent polyimide film approximately 0.001" thick. The underside of the film includes a plurality of metal pads deposited thereon. The metal pads are preferably manufactured from nickel, and are arranged in a pattern which matches the contact areas (bond pads) on the integrated circuit. The metal pads on the polyimide film probe are electrically connected by transmission lines routed to the edges of the film probe using, for example, microstrip line geometry techniques.

In a preferred form of the probe system, a ground plane is deposited on the top surface of the polyimide film. However, the ground plane does not cover the areas of the film in the vicinity of the metal pads. As a result, the metal pads can be viewed through the film, thereby permitting visual alignment of the pads with respect to the circuit being tested.

The polyimide film probe is mounted to and supported along its edges by a printed circuit board. Transmission lines on the printed circuit board provide a connection between the probe and coaxial connectors along the outside periphery of the printed circuit board.

To use the above-described testing system, the polyimide film probe and printed circuit board are mounted in a fixed position on a support structure. Beneath the probe and support structure, an apparatus is provided which includes means for elevating the circuit to be tested upward toward the

probe. Preferably, a vacuum chuck device is used which includes a platform having a vacuum system for maintaining an integrated circuit chip or wafer thereon, and a stepper motor for progressively elevating the platform and circuit upward toward the probe. To test the integrated circuit, the circuit must be raised upward in an amount sufficient to contact the metal pads on the underside of the probe.

However, it is necessary to monitor the contact pressure between the circuit and probe so that such pressure can be determined and repeated in consecutive tests. Repeated testing of the circuit is necessary in order to obtain an accurate measurement of the performance capability of the circuit. In addition, the contact pressure must be monitored to ensure that the circuit will not exert undue pressure on the probe when the metal pads of the probe contact the circuit. If the stepper motor in the vacuum chuck is not precisely controlled, excessive pressure will be generated by the upward movement of the integrated circuit against the polyimide film probe. Such pressure can cause significant damage to the probe. Typically, a pressure level of 3 grams exerted on each probe pad will be sufficient to enable proper testing of the circuit in a non-destructive manner. Pressure levels exceeding 10 grams per probe pad are likely to cause damage. However, this value may vary, depending on the type and thickness of the probe being used.

The present invention represents a probe station accessory for sensing the amount of pressure exerted on a test probe by an upwardly-moving integrated circuit. As a result, the amount of pressure being applied can be accurately determined.

### SUMMARY OF THE INVENTION

It is an object of the present invention to provide a pressure sensing apparatus for an integrated circuit testing station capable of accurately measuring the pressure exerted on an integrated circuit test probe during use.

It is another object of the present invention to provide a pressure sensing apparatus for an integrated circuit testing station which is characterized by a high degree of sensitivity.

It is a further object of the present invention to provide a pressure sensing apparatus which contains a minimal number of operational components, is simple to manufacture, and requires minimal maintenance after repeated usage.

The present invention represents a pressure sensing apparatus for use in an integrated circuit testing station. The integrated circuit testing station has a probe secured to a support structure, and lift means for moving an integrated circuit upward toward the probe. The invention specifically consists of a pressure pad secured to the support structure directly over the probe. The pressure pad includes a resilient body portion having a rigid tip. Embedded within the pressure pad is a piezoelectric element having electrical contact leads attached thereto. To test an integrated circuit, the circuit is moved upward by the lift means toward and against the probe. As the circuit comes into contact with the probe, it correspondingly moves the probe upward. As the probe moves upward, it pushes on the pressure pad, causing internal pressures to be generated therein. Such pressures are transmitted to the piezoelectric element in the pad which generates electrical impulses. The electrical impulses are transmitted via the electrical contact leads to an appropriate detector or controller associated with the lift means. As a result, the pressures exerted on the probe during testing of an integrated circuit can be closely monitored and controlled.

These and other objects, features, and advantages of the invention will be further described in the following drawings and detailed description of a preferred embodiment.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Fig. 1 is a perspective view of the present invention mounted to a support structure.

Fig. 2 is a partial cross sectional view taken along lines 2-2 of Fig. 1.

Fig. 3 is a cross sectional, enlarged view of the present invention in association with a test probe.

Fig. 4 is a cross sectional, enlarged view of an alternative embodiment of the present invention in association with a test probe.

#### DETAILED DESCRIPTION

The present invention represents an apparatus designed to sense the pressure exerted on a polyimide film probe in an integrated circuit testing station. With reference to Figs. 1 and 2, the invention consists of a resilient pressure pad 10 secured to a rigid mounting member 12. The mounting member 12 is attached to a support structure 14 using screws 15. The support structure 14 is secured to a stationary support frame (not shown). Also secured to the support structure 14 beneath

the pressure pad 10 as illustrated in Fig. 2 is a printed circuit board 16 having a polyimide film probe 18 which includes a plurality of metal test pads 20, preferably manufactured of nickel and plated on the underside of the probe 18. As described above, the probe 18 is covered by a ground plane except for the areas overlying the test pads 20. As a result, the probe 18 is transparent in the vicinity of the test pads 20.

The pressure pad 10 is preferably manufactured of transparent silicone rubber or other resilient material which may be compressed and will return after compression to its original shape. The pad 10 includes a tip 22 preferably manufactured of a hard, transparent plastic (e.g. clear acrylic plastic). The pressure pad 10 and attached tip 22 are positioned directly over the polyimide film probe 18, as shown in Figs. 2 and 3.

With continued reference to Fig. 3, the pressure pad 10 includes a bore 24 through the center longitudinal axis of the pad 10 which enables a user of the testing station to look with the aid of a microscope directly downward through the pressure pad 10 and tip 22 into the transparent area of the polyimide film probe 18. This facilitates proper alignment of the polyimide film probe 18 with the integrated circuit being tested.

The pressure pad 10 also includes a piezoelectric element 30 mounted therein. A piezoelectric element typically consists of a material having the ability to generate a voltage when mechanical force is applied thereto. In the present invention, the piezoelectric element 30 is preferably manufactured from barium titanate and is in the shape of a ring having an open center region 32.

The piezoelectric element 30 is molded within the pressure pad 10 so that the bore 24 passes downwardly through the open center region 32 of the piezoelectric element 30, thereby permitting an unobstructed view through the pressure pad 10. However, if a transparent piezoelectric element 30 is used, the element 30 may be disc-shaped without an open center region 32 (Fig. 4). A suitable transparent material usable as the piezoelectric element 30 would include quartz.

Regardless of form, the piezoelectric element 30 further includes a plurality of electrical contact leads 34 attached thereto which permit the transmission of electrical impulses from the piezoelectric element 30 out of the pressure pad 10 to an appropriate detector or control unit, as discussed below.

## OPERATION

With reference to Fig. 2, a support structure 14 is shown to which a printed circuit board 16 and polyimide film probe 18 are attached. The support structure 14 also includes a rigid mounting member 12 to which the pressure pad 10 is secured.

Beneath the support structure 14 is a vacuum chuck apparatus 50 including a platform 52 and an internal stepper motor 54 for vertically moving the platform 52. Secured to the platform 52 by a vacuum generated using the vacuum chuck 50 is an integrated circuit chip or wafer 56 to be tested. To test the circuit 56, the stepper motor 54 is activated, causing elevation of the platform 52 and integrated circuit 56 upward toward the polyimide film probe 18. The integrated circuit 56 is aligned with the probe 18 by viewing downwardly through the bore 24 in the pressure pad 10. As the platform 52 of the vacuum chuck 50 moves upward with the circuit 56 thereon, the circuit 56 comes into contact with the metal test pads 20 on the underside of the polyimide film probe 18. Once contact has been achieved, the polyimide film probe 18 begins to move upward, exerting pressure on the pressure pad 10. Since the pressure pad 10 is fixedly secured to the support structure 14 using the rigid mounting member 12, significant compressive forces are generated within the pressure pad 10. The compressive forces within the pressure pad 10 cause corresponding compression of the piezoelectric element 30, thereby generating electrical impulses along and through electrical contact leads 34. The contact leads 34 may be connected to a suitable detector or controller which would stop the upward movement of the platform 52 and circuit 56 when a specific pressure level is reached.

Use of the present invention permits an accurate determination of the contact pressure between the probe and circuit, permitting repeated tests of the circuit at such pressure. Repeated testing in this manner results in an improved performance evaluation of the circuit. Furthermore, a determination of pressure levels in the above manner may be used to prevent damage to the probe by the application of excessive pressure thereto.

Having described a preferred embodiment of the present invention, it is intended that suitable modifications may be made by one skilled in the art within the scope of the invention. Therefore, the scope of the invention should only be construed in accordance with the following claims.

## Claims

1. A pressure sensing apparatus for use in an integrated circuit testing station having a test probe secured to a support structure comprising:  
a resilient pressure pad secured to said support structure directly above said probe; and  
a piezoelectric element embedded within said pressure pad for detecting pressures exerted on said pressure pad during said testing, said piezoelectric element generating electrical impulses proportional to the pressures exerted on said pressure pad during said testing.

2. The pressure sensing apparatus of claim 1 wherein said pressure pad further comprises a rigid tip secured thereto.

3. The pressure sensing apparatus of claim 2 wherein said tip is comprised of transparent plastic.

4. The pressure sensing apparatus of claim 1 wherein said pressure pad comprises a longitudinal bore therethrough sized to enable a user to look downwardly through said pressure pad into said probe.

5. The pressure sensing apparatus of claim 1 wherein said pressure pad is comprised of transparent silicone rubber.

6. The pressure sensing apparatus of claim 1 wherein said piezoelectric element is comprised of a material selected from the group consisting of quartz and barium titanate.

7. The pressure sensing apparatus of claim 1 wherein said piezoelectric element is ring-shaped with an open center region therein, and includes a plurality of electrical contact leads secured thereto so as to permit the transmission of electrical impulses from said piezoelectric element out of said pressure pad.

8. The pressure sensing apparatus of claim 1 wherein said piezoelectric element is transparent and disc-shaped, and includes a plurality of electrical contact leads secured thereto so as to permit the transmission of electrical impulses from said piezoelectric element out of said pressure pad.

9. A pressure sensing apparatus for use in an integrated circuit testing station having a probe secured to a support structure comprising:  
a resilient pressure pad secured to said support structure directly above said probe comprising a longitudinal bore therethrough sized to enable a user to look downwardly through said pressure pad into said probe;

a rigid tip secured to said pressure pad;  
a piezoelectric element embedded within said pressure pad for detecting pressures exerted on said pressure pad during said testing, said piezoelectric element generating electrical impulses proportional to the pressures exerted on said pressure pad during said testing; and

a plurality of electrical contact leads secured to said piezoelectric element so as to permit the transmission of electrical impulses from said piezoelectric element out of said pressure pad.

10. The pressure sensing apparatus of claim 9 wherein said pressure pad is comprised of transparent silicone rubber.

11. The pressure sensing apparatus of claim 9 wherein said tip is comprised of transparent plastic.

12. The pressure sensing apparatus of claim 9 wherein said piezoelectric element is ring-shaped with an open center region therein.

13. The pressure sensing apparatus of claim 12 wherein said piezoelectric element is comprised of barium titanate.

14. The pressure sensing apparatus of claim 9 wherein said piezoelectric element is transparent and disc-shaped.

15. The pressure sensing apparatus of claim 14 wherein said piezoelectric element is comprised of quartz.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

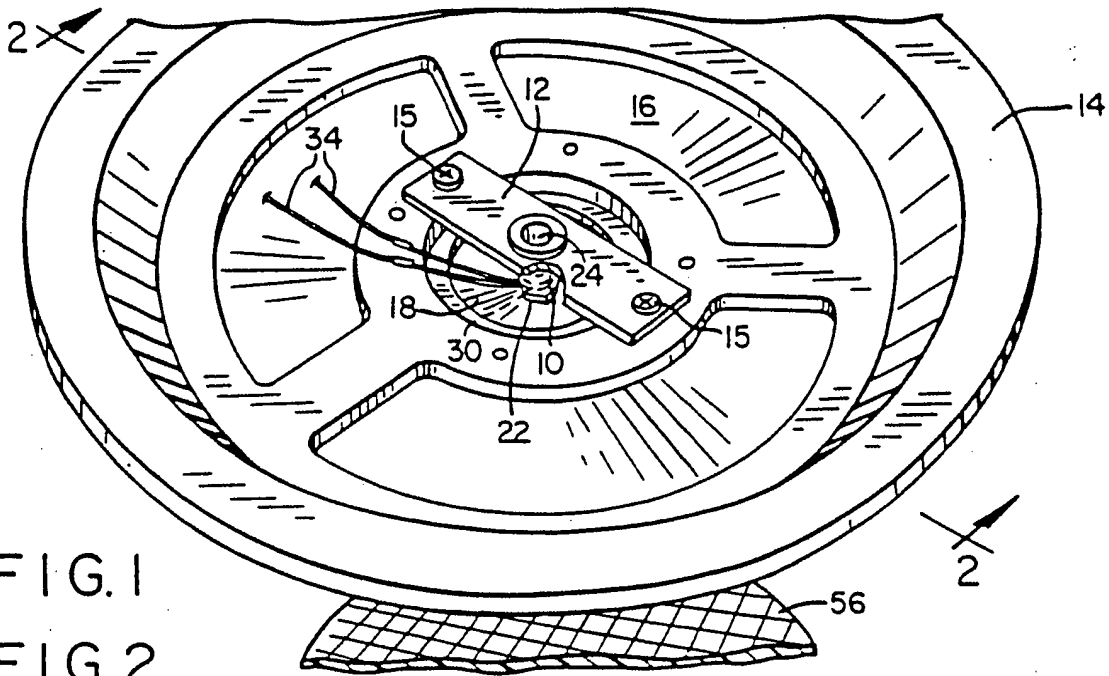


FIG. 2

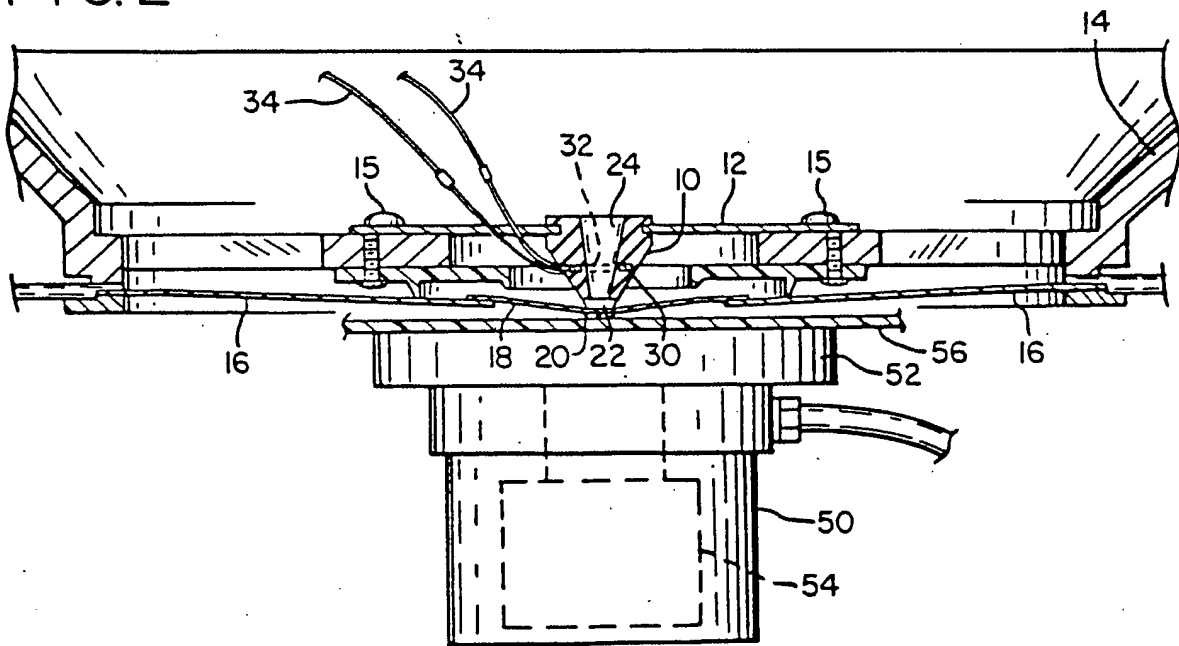


FIG. 3

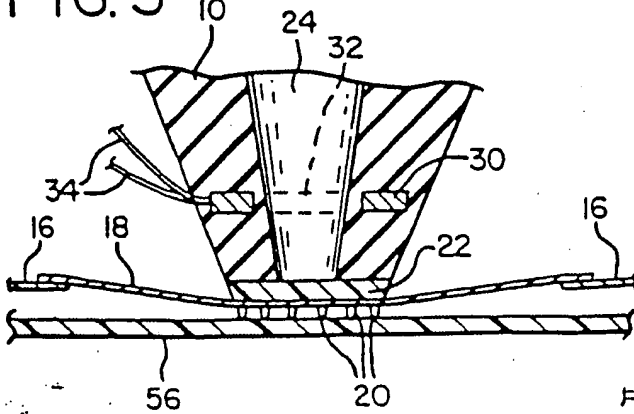
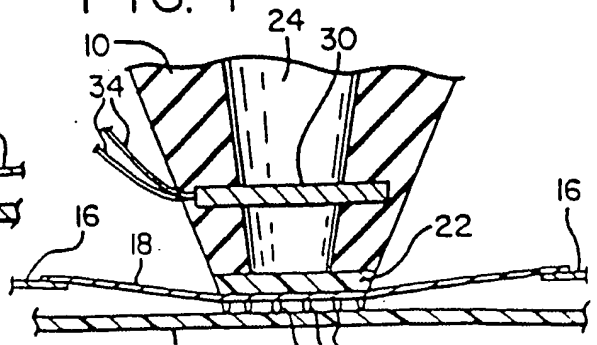


FIG. 4



21 Numéro de dépôt: 87402530.7

51 Int. Cl. 4: G 01 R 27/28

G 01 R 31/28, G 01 R 1/18

22 Date de dépôt: 10.11.87

30 Priorité: 18.11.86 FR 8615996

43 Date de publication de la demande:  
08.06.88 Bulletin 88/23

84 Etats contractants désignés: DE GB IT NL

71 Demandeur: THOMSON HYBRIDES ET MICROONDES  
173, bld Haussmann  
F-75008 Paris (FR)

72 Inventeur: Gloanec, Maurice  
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine  
F-75008 Paris (FR)

Jarry, Jacques-Jean  
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine  
F-75008 Paris (FR)

Lailler, Jean-Luc  
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine  
F-75008 Paris (FR)

74 Mandataire: Taboureau, James et al  
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine  
F-75008 Paris (FR)

DOC

54 Circuit de mesure des caractéristiques dynamiques d'un boîtier pour circuit intégré rapide, et procédé de mesure de ces caractéristiques dynamiques.

57 L'invention se rapporte au domaine de la mesure des caractéristiques dynamiques des boîtiers d'encapsulation pour circuits intégrés rapides ( 1 GHz).

Le circuit de mesure comprend au moins deux amplificateurs (4, 5) intégrés sur un substrat semiconducteur (3). Ces amplificateurs ont mêmes impédances d'entrée et de sortie que celles du circuit rapide à encapsuler dans le boîtier. L'implantation des amplificateurs (4, 5) est très lâche pour qu'il n'y ait pas de couplage interne, et selon les mesures à effectuer, les deux amplificateurs sont implantés en parallèle (4, 5) ou en anti-parallèle (5, 6). Pour mesurer les caractéristiques dynamiques d'un boîtier, un circuit de mesure est monté dans un boîtier, et un signal ( $V_e$ ) est adressé sur une connexion d'entrée (11) du boîtier. De la mesure du signal ( $V_s$ ) recueilli sur une connexion de sortie (15), on déduit les coefficients de transmission (T) et de couplage (C).

Application aux boîtiers de circuits rapides.

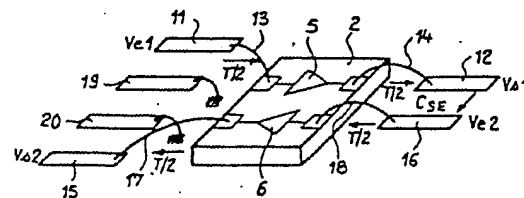


FIG. 8

## Description

## CIRCUIT DE MESURE DES CARACTERISTIQUES DYNAMIQUES D'UN BOITIER POUR CIRCUIT INTEGRE RAPIDE, ET PROCEDE DE MESURE DE CES CARACTERISTIQUES DYNAMIQUES

La présente invention concerne un dispositif de détermination des performances dynamiques d'un boîtier d'encapsulation de circuit intégré rapide, du genre des circuits intégrés logiques ou linéaires sur arséniure de gallium ou matériaux III-V. L'invention comprend également le procédé de test des caractéristiques dynamiques d'un boîtier, au moyen du dispositif selon l'invention.

Le développement des nouvelles techniques de circuits intégrés sur arséniure de gallium Ga As ou composés ternaires Ga Al As de matériaux de la famille III-V, fonctionnant à des fréquences de travail supérieures à 1 GHz, nécessite la disponibilité de moyens d'encapsulation de très hautes performances en vitesse.

Le problème posé par l'encapsulation de ces circuits intégrés, dits subnanosecondes, consiste à assurer l'assemblage d'un composant dans un boîtier sans que celui-ci ne détériore les performances électriques intrinsèques du circuit intégré encapsulé. Pour ce type de circuit intégré, les boîtiers sont très généralement des boîtiers céramiques plats, et la demande de brevet français n° 82 11 399, appartenant à la demanderesse, révèle un boîtier plat dont les connexions externes sont constituées entièrement par des micro-bandes adaptées, en impédance : ce boîtier constitue un progrès très intéressant dans l'encapsulation des circuits rapides.

L'objet de la présente invention est un dispositif et un procédé qui permettent la mesure in situ, c'est-à-dire dans les conditions réelles de fonctionnement des circuits intégrés, des performances électriques de boîtiers fonctionnant à très haute fréquence, tels que ceux décrits dans la demande de brevet précédemment citée.

Le dispositif selon l'invention consiste en un ensemble de deux amplificateurs identiques, ou préférentiellement trois amplificateurs identiques intégrés sur une même pastille de matériau semi-conducteur, branchés en parallèle, et ayant chacun un plot d'entrée et un plot de sortie indépendants des plots d'entrée et de sortie des autres amplificateurs. Deux amplificateurs sont intégrés en parallèle - plots d'entrées voisins, plots de sorties voisins - et deux amplificateurs sont intégrés tête-bêche.

Le procédé consiste à monter cette pastille d'amplificateur dans le boîtier dont on veut mesurer les caractéristiques à très grande vitesse, et à mesurer les coefficients de transmission du boîtier entre connexions d'accès extérieures, choisies par paires sur différents côtés du boîtier.

De façon plus précise, l'invention concerne un circuit de mesure des caractéristiques dynamiques d'un boîtier d'encapsulation pour circuit intégré rapide (1 GHz), caractérisé en ce qu'il comporte, supporté par un substrat en matériau semiconducteur au moins deux amplificateurs identiques dont :

- l'impédance d'entrée correspond à l'impédance

d'entrée du circuit intégré à encapsuler dans le boîtier,

- l'impédance de sortie est identique à l'impédance de sortie dudit circuit intégré,

- les alimentations sont distinctes et le dessin d'implantation est très espacé pour que le couplage électrique soit nul,

- les métallisations des plots d'entrées et de sorties sont situées sur les bords du substrat pour que les liaisons extérieures soient courtes, lesdits bords étant choisis en regard des bords du boîtier d'encapsulation qui supportent des connexions d'accès extérieur.

L'invention sera mieux comprise par la description plus détaillée qui suit du dispositif et du procédé, cette description s'appuyant sur les figures jointes en annexes, qui représentent :

- figures 1 et 2 : les deux pastilles supportant les amplificateurs montés en parallèle et en anti-parallèle, selon l'invention,

- figure 3 : une pastille supportant trois amplificateurs, dont un monté en anti-parallèle, constituant une alternative selon l'invention aux figures 1 et 2,

- figure 4 : schéma du procédé de mesure selon l'invention du coefficient de transmission d'un boîtier,

- figure 5 : schéma du procédé de mesure selon l'invention du coefficient de couplage entre deux connexions d'accès utilisées en entrées.

- figure 6 : schéma du procédé de mesure selon l'invention du coefficient de couplage entre deux connexions d'accès utilisées en sorties.

- figure 7 : schéma du procédé de mesure selon l'invention du coefficient de couplage entre une connexion d'accès utilisée en entrée et une connexion d'accès utilisée en sortie, situées côte à côte,

- figure 8 : schéma du procédé de mesure selon l'invention du coefficient de couplage entre une connexion d'accès utilisée en sortie et une connexion d'accès utilisée en entrée, séparées par un écran.

Outre les performances mécaniques telles que l'herméticité ou la capacité à évacuer les calories, la qualité d'un boîtier utilisé en hautes fréquences est directement liée à l'aptitude qu'il présente à véhiculer les signaux très rapides de l'environnement extérieur (carte support) à la puce du circuit intégré. Ceci peut se résumer par deux critères électriques de qualité :

- la transmission électrique des connexions d'accès
- le découplage électrique entre les différentes connexions d'accès.

Le premier critère caractérise la faible dégradation des signaux cheminants, le second critère caractérise la faible diaphonie entre connexions d'accès pouvant être la cause de signaux parasites



indésirables.

La mesure de ces deux paramètres en vraie grandeur est extrêmement délicate puisqu'elle nécessiterait d'aller prélever au sein même du circuit intégré les grandeurs électriques permettant ainsi de juger de la qualité des liaisons assurées.

Le dispositif selon l'invention permet d'opérer les mesures quantitatives des performances dynamiques d'un boîtier, principalement en termes de couplage dans un environnement réel.

Ce paramètre est une donnée très importante surtout dans le cadre d'encapsulation de circuits intégrés linéaires de traitement du signal qui utilisent des grandeurs analogiques très précises, de faibles amplitudes, en cohabitation avec des signaux d'horloge de niveaux élevés, dont la fréquence peut être supérieure à 1 GHz.

L'analyse complète des spécifications des boîtiers nécessite la disponibilité de deux types de circuits illustrés de façon synoptique sur les figures 1 et 2.

Dans un premier cas, en figure 1, sur une pastille 1 de matériau semiconducteur sont intégrés deux amplificateurs 4 et 5, selon un dessin d'implantation tel qu'ils sont montés en parallèle : les deux plots d'entrées sont côte à côte sur un même bord du substrat 1, les deux plots de sorties sont côte à côte sur un bord opposé du substrat.

Dans un deuxième cas, en figure 2, sur une pastille 2 de matériau semiconducteur sont intégrés deux amplificateurs 5 et 6, mais leur dessin d'implantation est cette fois anti-parallèle ou tête-bêche : le plot d'entrée de l'amplificateur 5 est voisin, sur un même bord du substrat 2, du plot de sortie de l'amplificateur 6, et le plot de sortie de l'amplificateur 5 est voisin, sur un bord opposé du substrat, du plot d'entrée de l'amplificateur 6.

L'utilisation de ces deux types de circuits sera expliquée plus loin : elle correspond à des mesures sur des connexions d'accès situées sur deux bords opposés d'un boîtier. Si des mesures doivent être faites sur des connexions d'accès situées sur deux bords adjacents d'un boîtier à connexions périmétriques, les dessins d'implantation des amplificateurs sont tels que les plots d'entrées et sorties sont sur deux bords adjacents du substrat 1 ou 2, de façon que les liaisons par ruban métallique, entre la position du circuit et les connexions externes soient le plus court possible, pour ne pas introduire d'éléments nouveaux dans la mesure des caractéristiques d'un boîtier.

Si les deux types de circuits illustrés en figures 1 et 2 doivent être utilisés - cela dépend des mesures à faire sur un boîtier - le circuit illustré en figure 3 apporte une solution efficace. Sur un substrat 3 en matériau semiconducteur sont implantés trois amplificateurs 4, 5 et 6 qui, pris deux à deux, correspondent aux circuits précédents :

- les amplificateurs 4 et 5 sont montés en parallèle, comme sur la figure 1,
- les amplificateurs 5 et 6 sont montés en anti-parallèle, comme sur la figure 2.

Bien entendu, dans les trois cas de figures, les amplificateurs sont identiques, et leur conception ainsi que les matériaux choisis - Ga As, Al Ga

As.....etc - permettent de travailler à des fréquences au moins aussi élevées que celles pour lesquelles on veut mesurer le boîtier.

Par ailleurs, étant donné qu'en hyperfréquences un amplificateur est souvent réduit à un seul transistor, les deux ou trois amplificateurs peuvent avantageusement être implantés sur la pastille d'un circuit intégré hyperfréquence qui est encapsulé dans le boîtier dont on veut mesurer les caractéristiques.

Dans tous les cas, les deux ou les trois amplificateurs des circuits de mesure répondent aux spécifications suivantes :

- fonction de transfert linéaire inverseuse ou non (vs = A ve)
- impédance d'entrée correspondant à l'impédance d'entrée des dispositifs de la famille logique à encapsuler.

- impédance de sortie identique à l'impédance de sortie des circuits de la famille logique à encapsuler

Toutes précautions sont prises au niveau de l'implantation de ces circuits pour que le couplage électrique interne soit nul :

- lignes signal espacées (implantation très lâche)
- alimentations des amplificateurs distinctes

La figure 4 représente le schéma du procédé de mesure du coefficient de transmission d'un boîtier. En vue de simplifier la figure, seuls sont représentés :

- la pastille 1 du circuit de mesure,
- deux connexions d'accès 7 et 8 du boîtier,
- les liaisons 9 et 10 par fils ou rubans, entre l'amplificateur 4 et les connexions 7 et 8.

L'amplificateur 5 n'est pas utilisé pour la mesure du coefficient de transmission.

Soit 7 la connexion d'entrée et 8 la connexion de sortie du boîtier : dans le boîtier de la demande de brevet français n° 82 11 399, ce sont des microbandes adaptées pour la fréquence d'utilisation.

Soit T le coefficient de transmission du boîtier : ce coefficient se partage en T/2 à l'entrée du boîtier et T/2 à la sortie du boîtier. Il est dû aux éléments parasites : capacités, self des rubans 9 et 10, fuites dans les diélectriques...etc.

Si on envoie un signal électrique connu  $V_e$  - tel qu'un train d'impulsions - sur la connexion d'entrée 7, on peut mesurer un signal  $V_s$  sur la connexion de sortie 8, de la forme

$$V_s = A \cdot V_e \cdot T$$

A étant le gain de l'amplificateur 4.

Le coefficient de transmission T

$$T = (1/A) \cdot (V_s/V_e)$$

est ainsi mesuré à la fréquence d'utilisation du boîtier.

Connaissant T, on peut mesurer le couplage entre deux connexions d'accès voisines, utilisées en entrées. Selon la figure 5, un circuit de mesure conforme à la figure 1, ou à la figure 3, est utilisé : l'entrée du premier amplificateur 4 est connecté par un ruban 9 à la connexion d'entrée 7, et sa sortie n'est par connectée. L'amplificateur 5, parallèle à l'amplificateur 4, a son entrée connectée à une connexion externe 11, voisine de la connexion 7, et sa sortie connectée à une connexion externe 12, sur un bord opposé du boîtier à celui qui supporte les

connexions d'entrées 7 et 11.

Un signal d'entrée  $V_e$  est appliqué sur la connexion 7 : l'amplificateur 5 délivre de sortie  $V_s$ , s'il y a un couplage  $C_{e/E}$  entre les entrées 7 et 11.

$$V_s = C_{e/E} \cdot A \cdot V_e \cdot T$$

$$C_{e/E} = (1/A) \cdot (1/T) \cdot (V_s/V_e)$$

Pour mesurer le coefficient de couplage entre deux connexions de sorties voisines, on utilise le câblage de la figure 6. Un circuit de mesure selon la figure 1 ou la figure 3 a son premier amplificateur 4 connecté par des rubans 9 et 10 à la connexion d'entrée 7 et à la première connexion de sortie 8. Le second amplificateur 5, parallèle au premier amplificateur 4, a son entrée mise à la masse, et sa sortie connectée à une seconde connexion de sortie 12, voisine de la première sortie 8.

Un signal d'entrée  $V_e$  est appliqué sur la connexion 7 : l'amplificateur 5 délivre un signal de sortie  $V_{s2}$  s'il y a un couplage  $C_{s/s}$  avec le signal  $V_{s1}$ , entre les deux connexions de sorties 8 et 12.

$$V_{s2} = C_{s/s} \cdot V_{s1} = C_{s/s} \cdot A \cdot V_e \cdot T$$

$$C_{s/s} = (1/A) \cdot (1/T) \cdot (V_{s2}/V_e)$$

Si deux connexions voisines, sur un même bord du boîtier, sont utilisées l'une en entrée, l'autre en sortie, le câblage de la figure 7 est utilisé pour connaître le coefficient de couplage  $C_{e/s}$  entrée/sortie.

Le circuit de mesure utilisé est celui de la figure 2, ou la portion de la figure 3, dans lesquelles deux amplificateurs 5 et 6 sont montés en anti-parallèle ou tête-bêche.

L'amplificateur 5 a son entrée connectée à la connexion d'entrée 11, et sa sortie n'est pas connectée. L'amplificateur 6 a son entrée à la masse, et sa sortie connectée à la connexion 15, qui est voisine de la connexion d'entrée 11.

Le couplage dans ce cas s'effectue directement entre les deux microbandes d'entrée-sortie 11 et 15. Puisque les microbandes 12 et 17, situées sur le bord opposé du boîtier, ne sont reliées à rien, le gain  $A$  des amplificateurs et le coefficient de transmission  $T$  du boîtier n'interviennent pas. Le signal de sortie  $V_s$  est directement dérivé du signal d'entrée  $V_e$  par le couplage  $C_{e/s}$  entre les connexions 11 et 15 :

$$V_s = C_{e/s} \cdot V_e$$

$$C_{e/s} = (V_s/V_e)$$

Enfin, la figure 8 représente le cas de la mesure du coefficient de couplage entre une sortie et une entrée, situées sur un même bord du boîtier mais séparées par un écran constitué par une ou deux connexions 19 et 20 mises à la masse.

Le circuit de mesure utilisé est celui de la figure 2 ou de la figure 3 dans lesquelles deux amplificateurs 5 et 6 sont implantés en anti-parallèle ou tête-bêche. L'amplificateur 5 est connecté à deux connexions 11 et 12, et l'amplificateur 6 à deux connexions 15 et 16 : les connexions 12 et 16, voisines sur un bord du boîtier, sont couplées, et les connexions 11 et 15, sur un autre bord du boîtier, sont séparées par l'écran des connexions 19 et 20. S'il y a un couplage entre 11 et 15, c'est par l'intermédiaire de 12 et 16.

Selon le cas de la figure 4, on a :

$$V_{s2} = A \cdot V_{e2} \cdot T$$

mais le signal  $V_{e2}$ , sur la connexion 16, n'existe que

parce qu'il y a un couplage  $C_{s/E}$  avec le signal  $V_{s1}$  sur la connexion 12

$$V_{e2} = C_{s/E} \cdot V_{s1} = C_{s/E} \cdot A \cdot V_{e1} \cdot T$$

donc

$$V_{s2} = A \cdot T \cdot C_{s/E} \cdot A \cdot V_{e1} \cdot T$$

$$C_{s/E} = 1/(A^2 \cdot T^2) \cdot (V_{s2}/V_{e1})$$

Les figures 4 à 8 sont représentées avec un circuit à deux amplificateurs selon les figures 1 et 2 : elles restent valables si au lieu de monter deux circuits dans un boîtier pour en faire les mesures dynamiques, on ne monte qu'un seul circuit selon la figure 3, dont les amplificateurs sont utilisés deux à deux, selon le type de mesure à faire.

Lorsqu'un boîtier est caractérisé en performance dynamique, le ou les circuits de mesure peuvent être désoudés, et le circuit intégré d'utilisation est soudé dans le boîtier.

Le champ d'application de l'invention couvre tous les secteurs de l'électronique rapide où se pose le problème de l'encapsulation de familles de circuits à très hautes performances. Il n'exclut absolument pas les nouvelles générations de circuits intégrés silicium présentant des spécifications en vitesse très intéressantes.

## Revendications

1. Circuit de mesure des caractéristiques dynamiques d'un boîtier d'encapsulation pour circuit intégré rapide ( $\geq 1$  GHz), caractérisé en ce qu'il comporte, supporté par un substrat en matériau semiconducteur (1) au moins deux amplificateurs (4, 5) identiques, dont :

- l'impédance d'entrée correspond à l'impédance d'entrée du circuit intégré à encapsuler dans le boîtier,
- l'impédance de sortie est identique à l'impédance de sortie dudit circuit intégré,
- les alimentations sont distinctes et le dessin d'implantation est très espacé pour que le couplage électrique soit nul,
- les métallisations des plots d'entrées (E) et de sorties (S) sont situées sur les bords du substrat (1) pour que les liaisons extérieures soient courtes, lesdits bords étant choisis en regard des bords du boîtier d'encapsulation qui supportent des connexions d'accès extérieur (7, 8, 11, 12).

2. Circuit de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend deux amplificateurs (4, 5) montés en parallèle, dont les métallisations des plots d'entrées (E) sont voisines, sur un premier bord du substrat (1), et dont les métallisations des plots de sorties (S) sont voisines, sur un second bord du substrat (1).

3. Circuit de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend deux amplificateurs (5, 6) montés en anti-parallèle, dont les métallisations des plots d'entrée (E) du premier amplificateur (5) et de sortie (S) du second amplificateur (6) sont voisines, sur un premier bord du substrat (2), et dont les métallisations

des plots de sortie (S) du premier amplificateur (5) et d'entrée (E) du second amplificateur (6) sont voisines, sur un second bord du substrat (2).

4. Circuit de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend trois amplificateurs (4, 5, 6), dont deux (4, 5) sont montés en parallèle et deux (5, 6) sont montés en anti-parallèle.

5. Procédé de mesure des caractéristiques dynamiques d'un boîtier d'encapsulation de circuit intégré rapide, caractérisé en ce que, pour mesurer le coefficient de transmission T entre une connexion d'entrée (7) et une connexion de sortie (8) du boîtier :

- un circuit de mesure selon la revendication 1 est monté dans le boîtier,
- une connexion d'entrée (7) du boîtier est branchée par un ruban métallique (9) à l'entrée d'un amplificateur (4),
- une connexion de sortie (8) du boîtier est branchée par un ruban métallique (10) à la sortie du même amplificateur (4),
- un signal ( $V_e$ ) est adressé sur la connexion d'entrée (7)
- le signal de sortie ( $V_s$ ) est égal à :  

$$V_s = A.V_e.T \text{ soit } T = (1/A). (V_s/V_e)$$
A étant le gain de l'amplificateur (4).

6. Procédé de mesure selon la revendication 5, caractérisé en ce que, pour mesurer le coefficient de couplage  $C_{E/E}$  entre deux connexions d'entrées (7, 11), voisines du boîtier :

- le premier amplificateur (4) du circuit de mesure n'est pas branché en sortie,
- le second amplificateur (5), parallèle au premier (4), est branché sur une connexion d'entrée (11) et sur une connexion de sortie (12) du boîtier,
- un signal ( $V_e$ ) est adressé sur la connexion d'entrée (7) du premier amplificateur (4)
- le signal de sortie ( $V_s$ ) sur le second amplificateur (5) est égal à :

$$V_s = C_{E/E}. A.V_e.T \text{ soit } C_{E/E} = (1/A.T). (V_s/V_e).$$

7. Procédé de mesure selon la revendication 5, caractérisé en ce que, pour mesurer le coefficient de couplage  $C_{S/S}$  entre deux connexions de sorties (8, 12), voisines, du boîtier :

- le premier amplificateur (4) du circuit de mesure est branché en entrée (7) et en sortie (8) sur deux connexions
- le second amplificateur (5), parallèle au premier (4), n'est pas branché en entrée, et est branché en sortie sur une connexion (12) du boîtier,
- un signal  $V_e$  est adressé sur la connexion d'entrée (7) du premier amplificateur (4)
- le signal de sortie ( $V_{s2}$ ) sur le second amplificateur (5) est égal à :

$$V_{s2} = C_{S/S}. A.V_e.T$$

$$\text{soit } C_{S/S} = (1/A.T). (V_{s2}/V_e)$$

8. Procédé de mesure selon la revendication 5, caractérisé en ce que, pour mesurer le coefficient de couplage  $C_{E/S}$  entre une connexion d'entrée (11) voisine d'une connexion de sortie (15) du boîtier,

- le premier amplificateur (5) n'est pas branché en sortie,

- le second amplificateur (6), anti-parallèle avec le premier (5), n'est pas branché en entrée,

- un signal ( $V_e$ ) est adressé sur la connexion d'entrée (11) du premier amplificateur (5)

- le signal de sortie ( $V_s$ ) sur le second amplificateur (6) est égal à :

$$V_s = C_{E/S}. V_e$$

$$\text{soit } C_{E/S} = V_s/(V_e)$$

9. Procédé de mesure selon la revendication 5, caractérisé en ce que, pour mesurer le coefficient de couplage  $C_{S/E}$  entre une connexion de sortie (12) voisine d'une connexion d'entrée (16) du boîtier :

- le premier amplificateur (5) est branché en entrée (11) et en sortie (12) sur deux connexions du boîtier,

- le second amplificateur (6) est branché en entrée (16) et en sortie (15) sur deux autres connexions du boîtier,

- la connexion d'entrée (11) du premier amplificateur (5) et la connexion de sortie (15) du second amplificateur (6) étant séparées par un écran (19, 20)

- un signal ( $V_{e1}$ ) est adressé sur la connexion d'entrée (11) du premier amplificateur (5)

- le signal de sortie ( $V_{s2}$ ) sur le second amplificateur (6) est égal à

$$V_{s2} = C_{S/E}. V_{s1}$$

$$\text{soit } C_{S/E} = 1/(A^2 T^2). V_{s2}/(V_{e1}).$$



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 87 40 2530

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
D, A	FR-A-2 529 385 (THOMSON-CSF) * Revendication 1; page 10, lignes 20-36; figures 2,3 *	1,5,7	G 01 R 27/28 G 01 R 31/28 G 01 R 1/18
A	US-A-4 535 307 (T. TSUKII) * Résumé; colonne 5, lignes 33-53; colonne 6, lignes 33-40; figures 1,3-6 *	1,5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			G 01 R H 01 L H 04 B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 16-02-1988	Examineur PENZKOFER, B.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	